

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

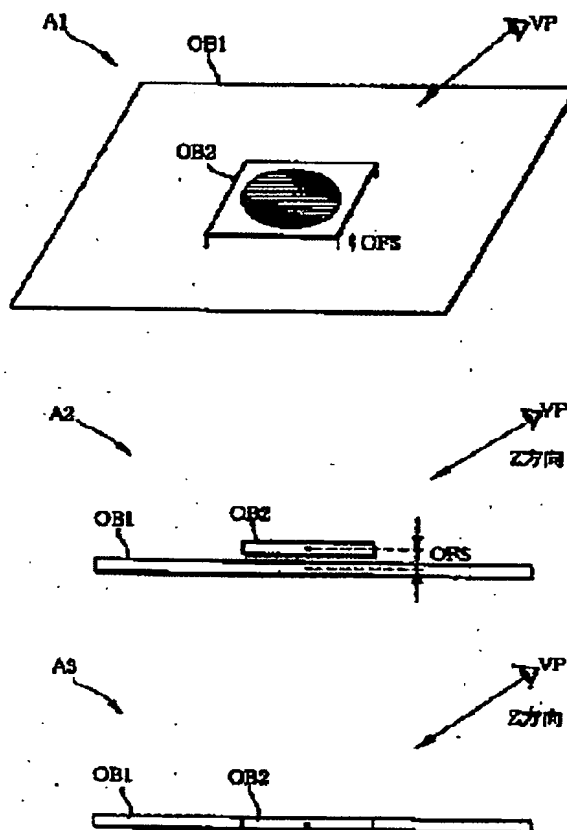
GAME SYSTEM AND INFORMATION STORAGE MEDIUM

Patent number: JP2002042162
Publication date: 2002-02-08
Inventor: YOSHIKAWA TAKAYUKI
Applicant: NAMCO LTD
Classification:
 - international: G06T15/60; A63F13/00; G06T17/40
 - european:
Application number: JP20000227517 20000727
Priority number(s):

Abstract of JP2002042162

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a game system and an information storage medium capable of solving problems of a negative image deleting error in a Z-buffer method by means of a simple technique.

SOLUTION: An object OB2 different in rendering information (shading information) from that of an object OB1 is shifted upward from the object OB1 by a minute offset value OFS, and an image from a viewpoint V in an object space is produced while the negative image is deleted according to a Z-buffer method. The object OB2 simulatively representing a shade or a highlight image becomes invisible gradually from the center area toward the outline. A shield object shielding a clearance between the objects OB1, OB2 is arranged. The offset value OFS is set to be larger than a computing error of DDA finding a Z-value of each pixel from a Z-value of an apex of the polygon. On the basis of the information of a moving object OB4 and light source information, the object 2 is extracted from an object OB3 having the same shape or the substantially same as the object OB1 and different rendering information from that of the object OB1.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト (参考)
G 0 6 T 15/60		G 0 6 T 15/60	2 C 0 0 1
A 6 3 F 13/00		A 6 3 F 13/00	B 5 B 0 5 0
G 0 6 T 17/40		G 0 6 T 17/40	E 5 B 0 8 0

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2000-227517(P2000-227517)

(22) 出願日 平成12年 7 月27日 (2000. 7. 27)

(71) 出願人 000134855

株式会社ナムコ

東京都大田区多摩川 2 丁目 8 番 5 号

(72) 発明者 吉川 隆之

東京都大田区多摩川 2 丁目 8 番 5 号 株式
会社ナムコ内

(74) 代理人 100090387

弁理士 布施 行夫 (外 2 名)

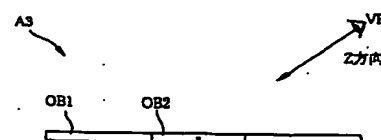
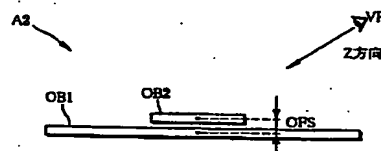
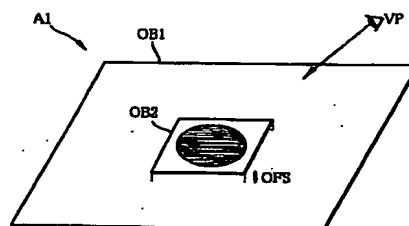
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ゲームシステム及び情報記憶媒体

(57) 【要約】

【課題】 Zバッファ法における陰面消去の誤りの問題を簡素な手法で解決できるゲームシステム及び情報記憶媒体を提供すること。

【解決手段】 オブジェクトOB1とはレンダリング情報（陰影づけ情報）が異なるオブジェクトOB2を、OB1から上方向側に微少オフセット値OFSだけずらして配置し、Zバッファ法による陰面消去を行いながら、オブジェクト空間の視点VPでの画像を生成する。OB2は、影やハイライト画像を擬似的に表すオブジェクトであり、中央領域から輪郭線の方に向かうにつれて徐々に透明になるオブジェクトである。OB1、OB2間の隙間を遮るための遮りオブジェクトを設ける。ポリゴンの頂点のZ値から各ピクセルのZ値を求めるDDAの演算誤差よりも大きな値にOFSを設定する。移動オブジェクトOB4の情報と光源情報に基づき、オブジェクトOB1と同一形状又はほぼ同一形状であるがレンダリング情報が異なるオブジェクトOB3から、オブジェクトOB2を切り出す。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像生成を行うゲームシステムであって、
第1のオブジェクトとはレンダリング情報が異なる第2のオブジェクトを、前記第1のオブジェクトから第1の方向側に所与の微少オフセット値だけずらして配置設定する手段と、
Z値が格納されるZバッファを用いて陰面消去を行いながら、前記第1、第2のオブジェクトが設定されるオブジェクト空間の所与の視点での画像を描画する描画手段と、
を含むことを特徴とするゲームシステム。

【請求項2】 請求項1において、
前記第2のオブジェクトが、前記第1のオブジェクトに描かれるべき影を擬似的に表すオブジェクトであるところを特徴とするゲームシステム。

【請求項3】 請求項1において、
前記第2のオブジェクトが、前記第1のオブジェクトに描かれるべき照光画像を擬似的に表すオブジェクトであることを特徴とするゲームシステム。

【請求項4】 請求項1乃至3のいずれかにおいて、
前記第2のオブジェクトが、中央領域から輪郭線の方に向かうにつれて徐々に透明又は不透明になるオブジェクトであることを特徴とするゲームシステム。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれかにおいて、
前記第2のオブジェクトの輪郭線に沿って、前記第1、第2のオブジェクト間の前記第1の方向での隙間を遮るための遮りオブジェクトを設けることを特徴とするゲームシステム。

【請求項6】 請求項1乃至5のいずれかにおいて、
前記描画手段が、プリミティブ面単位で描画処理を行う場合において、
前記第1、第2のオブジェクトを、複数のプリミティブ面に分割する手段を含むことを特徴とするゲームシステム。

【請求項7】 請求項1乃至6のいずれかにおいて、
前記描画手段が、
前記第1、第2のオブジェクトを構成するプリミティブ面の頂点のZ値に基づき、プリミティブ面の各ピクセルのZ値を補間演算する補間手段を含み、
前記第2のオブジェクトが、
前記補間手段の演算誤差よりも大きな値の微少オフセット値だけ前記第1のオブジェクトから前記第1の方向側にずらして配置されることを特徴とするゲームシステム。

【請求項8】 請求項1乃至7のいずれかにおいて、
前記第2のオブジェクトが、
前記第1のオブジェクトと同一形状又はほぼ同一形状であるがレンダリング情報が異なる第3のオブジェクトから所与の条件で切り出されたオブジェクトであることを

特徴とするゲームシステム。

【請求項9】 請求項8において、
移動する第4のオブジェクトの情報と光源情報とに基づいて、前記第3のオブジェクトから前記第2のオブジェクトが切り出されることを特徴とするゲームシステム。

【請求項10】 請求項8又は9において、
所与の平面を用いて前記第3のオブジェクトから前記第2のオブジェクトが切り出されることを特徴とするゲームシステム。

【請求項11】 コンピュータが使用可能な情報記憶媒体であって、
第1のオブジェクトとはレンダリング情報が異なる第2のオブジェクトを、前記第1のオブジェクトから第1の方向側に所与の微少オフセット値だけずらして配置設定する手段と、
Z値が格納されるZバッファを用いて陰面消去を行いながら、前記第1、第2のオブジェクトが設定されるオブジェクト空間の所与の視点での画像を描画する描画手段と、
20 を実行するためのプログラムを含むことを特徴とする情報記憶媒体。

【請求項12】 請求項11において、
前記第2のオブジェクトが、前記第1のオブジェクトに描かれるべき影を擬似的に表すオブジェクトであることを特徴とする情報記憶媒体。

【請求項13】 請求項11において、
前記第2のオブジェクトが、前記第1のオブジェクトに描かれるべき照光画像を擬似的に表すオブジェクトであることを特徴とする情報記憶媒体。

【請求項14】 請求項11乃至13のいずれかにおいて、
前記第2のオブジェクトが、中央領域から輪郭線の方に向かうにつれて徐々に透明又は不透明になるオブジェクトであることを特徴とする情報記憶媒体。

【請求項15】 請求項11乃至14のいずれかにおいて、
前記第2のオブジェクトの輪郭線に沿って、前記第1、第2のオブジェクト間の前記第1の方向での隙間を遮るための遮りオブジェクトを設けることを特徴とする情報記憶媒体。

【請求項16】 請求項11乃至15のいずれかにおいて、
前記描画手段が、プリミティブ面単位で描画処理を行う場合において、
前記第1、第2のオブジェクトを、複数のプリミティブ面に分割する手段を実行するためのプログラムを含むことを特徴とする情報記憶媒体。

【請求項17】 請求項11乃至16のいずれかにおいて、
前記描画手段が、

前記第1、第2のオブジェクトを構成するプリミティブ面の頂点のZ値に基づき、プリミティブ面の各ピクセルのZ値を補間演算する補間手段を含み、

前記第2のオブジェクトが、

前記補間手段の演算誤差よりも大きな値の微少オフセット値だけ前記第1のオブジェクトから前記第1の方向側にずらして配置されることを特徴とする情報記憶媒体。

【請求項18】 請求項11乃至17のいずれかにおいて、

前記第2のオブジェクトが、

前記第1のオブジェクトと同一形状又はほぼ同一形状であるがレンダリング情報が異なる第3のオブジェクトから所与の条件で切り出されたオブジェクトであることを特徴とする情報記憶媒体。

【請求項19】 請求項18において、

移動する第4のオブジェクトの情報と光源情報とに基づいて、前記第3のオブジェクトから前記第2のオブジェクトが切り出されることを特徴とする情報記憶媒体。

【請求項20】 請求項18又は19において、

所与の平面を用いて前記第3のオブジェクトから前記第2のオブジェクトが切り出されることを特徴とする情報記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ゲームシステム及び情報記憶媒体に関する。

【0002】

【背景技術及び発明が解決しようとする課題】従来より、仮想的な3次元空間であるオブジェクト空間内の所与の視点から見える画像を生成するゲームシステムが知られており、いわゆる仮想現実を体験できるものとして人気が高い。ガンゲームを楽しむことができるゲームシステムを例にとれば、プレーヤ（操作者）は、銃などを模して作られたガン型コントローラ（シューティングデバイス）を用いて、画面に映し出される敵キャラクタ（オブジェクト）などの標的オブジェクトをシューティングすることで、3次元ゲームを楽しむ。

【0003】さて、このような画像生成システムでは、視点から見えない部分を消去し、視点から見える部分だけを表示するための陰面消去が必要になる。そして、この陰面消去の中で代表的なものとしては、奥行きソート法と呼ばれるものやZバッファ法と呼ばれるものが知られている。

【0004】奥行きソート法（Zソート法）では、視点からの距離に応じてポリゴン（広義にはプリミティブ面）をソーティングし、視点から遠い順にポリゴンを描画する。この奥行きソート法には、アルゴリズムが簡易であると共に陰面消去の処理負荷が軽いという利点がある反面、代表値によるソーティングだけでは正確な陰面消去ができないという不利点がある。なお、奥行きソ

ト法において正確な陰面消去を実現する従来技術としては、例えば特開平6-203172号公報に開示される技術が知られている。

【0005】一方、Zバッファ法では、画面の全てのピクセル（ドット）についてのZ値（奥行き値）を格納するZバッファを用意し、このZバッファを利用して陰面消去を行う。このZバッファ法では、奥行きソート法に比べて陰面消去の処理負荷が重いという不利点がある反面、ピクセル単位で陰面消去が行われるため、奥行きソート法よりも正確な陰面消去が可能になるという利点がある。

【0006】さて、このZバッファ法では、ポリゴンの各ピクセルのZ値は、ポリゴンの各頂点のZ値に基づく補間演算により求められる。そして、この補間演算の誤差に起因して、ポリゴンの前後関係が狂ってしまい、本来は後ろに隠されるべきポリゴンの各部分が、前に表示されてしまうという問題があることが判明した。

【0007】本発明は、以上のような課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、Zバッファ法における陰面消去の誤りの問題を簡素な手法で解決できるゲームシステム及び情報記憶媒体を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は、画像生成を行うゲームシステムであって、第1のオブジェクトとはレンダリング情報が異なる第2のオブジェクトを、前記第1のオブジェクトから第1の方向側に所与の微少オフセット値だけずらして配置設定する手段と、Z値が格納されるZバッファを用いて陰面消去を行いながら、前記第1、第2のオブジェクトが設定されるオブジェクト空間の所与の視点での画像を描画する描画手段とを含むことを特徴とする。また本発明に係る情報記憶媒体は、コンピュータにより使用可能な情報記憶媒体であって、上記手段を実行するためのプログラムを含むことを特徴とする。また本発明に係るプログラムは、コンピュータにより使用可能なプログラム（搬送波に具現化されるプログラムを含む）であって、上記手段を実行するための処理ルーチンを含むことを特徴とする。

【0009】本発明によれば、第1のオブジェクトとはレンダリング情報（陰影づけ情報、半透明情報、屈折率情報、反射率情報、色情報、輝度情報、或いはテクスチャ情報等）が異なる第2のオブジェクトが、第1のオブジェクトから第1の方向側（例えば上側等）に重ねて配置される。これにより、第1のオブジェクトに影やハイライト画像が落ちるなどの第1のオブジェクトの表面のレンダリング状態の変化を疑似的に表現できる。

【0010】そして本発明によれば、第2のオブジェクトが第1の方向側に所与の微少オフセット値だけずらして配置される。従って、視点から見た場合のZ値（奥行

き値)を、第1のオブジェクトと第2のオブジェクトとで異ならせることが可能になり、Z値の補間処理に演算誤差が生じた場合等にも、陰面消去に誤りが生じる問題を効果的に解決できる。

【0011】また本発明に係るゲームシステム、情報記憶媒体及びプログラムは、前記第2のオブジェクトが、前記第1のオブジェクトに描かれるべき影を擬似的に表すオブジェクトであるところを特徴とする。

【0012】このようにすれば、第2のオブジェクトを配置するだけという簡素な処理で、影を表現できるようになる。なお、第2のオブジェクトは、影を作り出すオブジェクトの移動に追従させて移動させることが望ましい。

【0013】また本発明に係るゲームシステム、情報記憶媒体及びプログラムは、前記第2のオブジェクトが、前記第1のオブジェクトに描かれるべき照光画像を擬似的に表すオブジェクトであるところを特徴とする。

【0014】このようにすれば、第2のオブジェクトを配置するだけという簡素な処理で、ハイライト画像などの照光画像を表現できるようになる。なお、照光画像の光の強さは、光源情報、第2のオブジェクトを配置する位置での第1のオブジェクトの法線情報、或いは視線情報等に基づいて変化させることが望ましい。

【0015】また本発明に係るゲームシステム、情報記憶媒体及びプログラムは、前記第2のオブジェクトが、中央領域から輪郭線の方に向かうにつれて徐々に透明又は不透明になるオブジェクトであることを特徴とする。

【0016】このようにすれば、例えば、第2のオブジェクトの輪郭線付近がぼやけて見えるようになる表現等が可能になり、影や照光画像などのリアルな表現が可能になる。また、第2のオブジェクトの輪郭線付近がぼやけて見えるようになり、第1、第2のオブジェクト間の隙間を目立たなくすることも可能になる。

【0017】また本発明に係るゲームシステム、情報記憶媒体及びプログラムは、前記第2のオブジェクトの輪郭線に沿って、前記第1、第2のオブジェクト間の前記第1の方向での隙間を遮るための遮りオブジェクトを設けることを特徴とする。

【0018】このようにすれば、第1、第2のオブジェクト間の隙間が見えてしまう問題を解決できる。

【0019】また本発明に係るゲームシステム、情報記憶媒体及びプログラムは、前記描画手段が、プリミティブ面単位で描画処理を行う場合において、前記第1、第2のオブジェクトを、複数のプリミティブ面に分割する手段(又は該手段を実行するためのプログラム又は処理ルーチン)を含むことを特徴とする。

【0020】このように、第1、第2のオブジェクトが複数のプリミティブ面(例えば三角形ポリゴン)に分割される場合には、第1のオブジェクトや第2のオブジェクトの分割のされ方が、状況に応じて変化してしまうお

それがある。このような場合にも、本発明によれば、第2のオブジェクトを微少オフセット値だけずらして配置することで、陰面消去に誤りが生じる問題を解決できる。

【0021】また本発明に係るゲームシステム、情報記憶媒体及びプログラムは、前記描画手段が、前記第1、第2のオブジェクトを構成するプリミティブ面の頂点のZ値に基づき、プリミティブ面の各ピクセルのZ値を補間演算する補間手段を含み、前記第2のオブジェクトが、前記補間手段の演算誤差よりも大きな値の微少オフセット値だけ前記第1のオブジェクトから前記第1の方向側にずらして配置されることを特徴とする。

【0022】このようにすれば、補間処理の演算誤差に起因する陰面消去の誤りの問題を、より確実に解決できる。

【0023】また本発明に係るゲームシステム、情報記憶媒体及びプログラムは、前記第2のオブジェクトが、前記第1のオブジェクトと同一形状又はほぼ同一形状であるがレンダリング情報が異なる第3のオブジェクトから所与の条件で切り出されたオブジェクトであることを特徴とする。

【0024】このようにすれば、第2のオブジェクトが存在している領域だけが、それ以外の領域とレンダリング情報が異なって見えるようになり、影等のリアルな表現が可能になる。しかも、第1のオブジェクトと第3のオブジェクトとは、その形状が同一又はほぼ同一であるため、第1のオブジェクトの形状と、第3のオブジェクトから切り出される第2のオブジェクトの形状との間の整合性も保たれるようになる。この結果、第1のオブジェクトが複雑な形状を有していた場合にも、不自然さのないリアルな画像を生成できるようになる。

【0025】また本発明に係るゲームシステム、情報記憶媒体及びプログラムは、移動する第4のオブジェクトの情報と光源情報とに基づいて、前記第3のオブジェクトから前記第2のオブジェクトが切り出されることを特徴とする。

【0026】このようにすれば、第4のオブジェクトの情報(位置データ、回転角度データ又は形状データ等)や光源情報(光源ベクトル、光源位置又は光源の強さ等)が反映された影等を表現できるようになる。また、第1のオブジェクトが複雑な形状を有していても、その形状との整合性が保たれた影等を表現できるようになる。

【0027】また本発明に係るゲームシステム、情報記憶媒体及びプログラムは、所与の平面を用いて前記第3のオブジェクトから前記第2のオブジェクトが切り出されることを特徴とする。

【0028】このように平面を用いて第2のオブジェクトを切り出すようにすれば、オブジェクトの切り出し処理を簡素化できる。

【0029】なお、この場合、第4のオブジェクトの第1、第2の頂点と、該第1、第2の頂点のいずれか一方と所与のベクトル（例えば光源ベクトル）とにより得られる第3の頂点とに基づき、上記平面（第1、第2、第3の頂点により構成される三角形を含む平面）を特定することが望ましい。このように平面を特定すれば、第4のオブジェクトの位置データや形状データや所与のベクトルの方向を、切り出される第2のオブジェクトの配置や形状に反映させることが可能になる。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施形態について図面を用いて説明する。

【0031】1. 構成

図1に、本実施形態のゲームシステム（画像生成システム）の機能ブロック図の一例を示す。なお同図において本実施形態は、少なくとも処理部100を含めばよく（或いは処理部100と記憶部170を含めばよく）、それ以外のブロックについては任意の構成要素とすることができる。

【0032】操作部160は、プレーヤが操作データを入力するためのものであり、その機能は、レバー、ボタン、マイク、或いは筐体などのハードウェアにより実現できる。

【0033】記憶部170は、処理部100や通信部196などのワーク領域となるもので、その機能はRAMなどのハードウェアにより実現できる。

【0034】情報記憶媒体180（コンピュータにより使用可能な記憶媒体）は、プログラムやデータなどの情報を格納するものであり、その機能は、光ディスク（CD、DVD）、光磁気ディスク（MO）、磁気ディスク、ハードディスク、磁気テープ、或いはメモリ（ROM）などのハードウェアにより実現できる。処理部100は、この情報記憶媒体180に格納される情報に基づいて本発明（本実施形態）の種々の処理を行う。即ち情報記憶媒体180には、本発明（本実施形態）の手段（特に処理部100に含まれるブロック）を実行するための情報（プログラム或いはデータ）が格納される。

【0035】なお、情報記憶媒体180に格納される情報の一部又は全部は、システムへの電源投入時等に記憶部170に転送されることになる。また情報記憶媒体180には、本発明の処理を行うためのプログラム、画像データ、音データ、表示物の形状データ、本発明の処理を指示するための情報、或いはその指示に従って処理を行うための情報などを含ませることができる。

【0036】表示部190は、本実施形態により生成された画像を出力するものであり、その機能は、CRT、LCD、或いはHMD（ヘッドマウントディスプレイ）などのハードウェアにより実現できる。

【0037】音出力部192は、本実施形態により生成された音を出力するものであり、その機能は、スピーカ

などのハードウェアにより実現できる。

【0038】携帯型情報記憶装置194は、プレーヤの個人データやゲームのセーブデータなどが記憶されるものであり、この携帯型情報記憶装置194としては、メモ리카ードや携帯型ゲーム装置などを考えることができる。

【0039】通信部196は、外部（例えばホスト装置や他のゲームシステム）との間で通信を行うための各種の制御を行うものであり、その機能は、各種プロセッサ、或いは通信用ASICなどのハードウェアや、プログラムなどにより実現できる。

【0040】なお本発明（本実施形態）の手段を実行するためのプログラム或いはデータは、ホスト装置（サーバー）が有する情報記憶媒体からネットワーク及び通信部196を介して情報記憶媒体180に配信するようにしてもよい。このようなホスト装置（サーバー）の情報記憶媒体の使用も本発明の範囲内に含まれる。

【0041】処理部100（プロセッサ）は、操作部160からの操作データやプログラムなどに基づいて、ゲーム処理、画像生成（描画）処理、或いは音生成処理などの各種の処理を行う。この場合、処理部100は、記憶部170内の主記憶部172をワーク領域として使用して、各種の処理を行う。

【0042】ここで、処理部100が行うゲーム処理としては、コイン（代価）の受け付け処理、各種モードの設定処理、ゲームの進行処理、選択画面の設定処理、オブジェクト（1又は複数のプリミティブ面）の位置や回転角度（X、Y又はZ軸回り回転角度）を求める処理、オブジェクトを動作させる処理（モーション処理）、視点の位置（仮想カメラの位置）や視線角度（仮想カメラの回転角度）を求める処理、マップオブジェクトなどのオブジェクトをオブジェクト空間へ配置する処理、ヒットチェック処理、ゲーム結果（成果、成績）を演算する処理、複数のプレーヤが共通のゲーム空間でプレイするための処理、或いはゲームオーバー処理などを考えることができる。

【0043】なお、処理部100の機能は、より好適には、ハードウェア（CPU、DSP等のプロセッサ又はゲートアレイ等のASIC）とプログラム（ゲームプログラム又はファームウェア等）との組み合わせにより実現される。但し、処理部100の機能の全てを、ハードウェアにより実現してもよいし、その全てをプログラムにより実現してもよい。

【0044】処理部100は、オブジェクト空間設定部110、分割部112、描画部130、音生成部150を含む。

【0045】ここで、オブジェクト空間設定部110は、キャラクタ、マップなどの各種オブジェクト（ポリゴン、自由曲面又はサブディビジョンサーフェスなどのプリミティブ面で構成されるオブジェクト）をオブジェ

クト空間内に設定するための処理を行う。より具体的には、ワールド座標系でのオブジェクトの位置や回転角度（方向）を決定し、その位置にその回転角度（X、Y、Z軸回転）でオブジェクトを配置する。

【0046】そして、オブジェクト空間設定部110は、第1のオブジェクト（例えばマップオブジェクト、建物オブジェクト又は移動オブジェクト等）とはレンダリング情報（例えば陰影づけ情報、半透明情報、屈折率情報、反射率情報、色情報、輝度情報又はテクスチャ情報等）が異なる第2のオブジェクト（例えば影オブジェクト、照光画像オブジェクト又はコースにおけるタイヤの跡を表すオブジェクト等）を、第1のオブジェクトから第1の方向側（例えば上下左右方向の一方側又はワールド座標系におけるY軸方向側等）に、所与の微小オフセット値（例えばZ値の補間演算における演算誤差よりも大きな値）だけずらして配置する設定を行う。

【0047】分割部112は、オブジェクト（第1、第2のオブジェクト等）を構成するプリミティブ面（ポリゴン等）を、例えば複数のK角形のプリミティブ面（Kは定数であり、例えばK=3）に分割する処理を行う（例えばトライアングル・ストリップ処理）。即ち分割部112は、オブジェクトを構成するプリミティブ面を、描画部130の描画単位に分割する。このようにすることで、描画部130がK角形のプリミティブ面しか扱えないような場合にも、適正な描画が可能になる。

【0048】描画部130は、ゲーム処理結果等に基づいて、オブジェクト空間内において所与の視点（仮想カメラ）から見える画像を生成し、描画領域174に描画する。そして、描画領域174に描画された画像は表示部190により出力される。

【0049】より具体的には、まず、座標変換、クリッピング処理、透視変換、或いは光源計算等のジオメトリ処理が行われ、その処理結果に基づいて、描画データ（プリミティブ面の頂点（構成点）に付与される位置座標、テクスチャ座標、色（輝度）データ、法線ベクトル或いは α 値等）が作成される。そして、描画部130は、この描画データ（プリミティブ面データ）に基づいて、ジオメトリ処理後のオブジェクト（1又は複数プリミティブ面）の画像を、描画領域174（フレームバッファ、ワークバッファ等のピクセル単位で画像情報を記憶できる領域）に描画する。

【0050】描画部130は、補間部132、陰面消去部134、テクスチャマッピング部136を含む。

【0051】ここで補間部132は、プリミティブ面（ポリゴン）の頂点（例えば3頂点）のZ値に基づき、プリミティブ面の各ピクセルのZ値を、DDA (Digital Differential Analyzer) などのアルゴリズムを用いた補間演算により求める。

【0052】陰面消去部134は、Z値（奥行き値）が格納されるZバッファ178を用いて、Zバッファ法の

アルゴリズムにしたがった陰面消去を行う。

【0053】テクスチャマッピング部136は、テクスチャ記憶部176に記憶されるテクスチャをオブジェクトにマッピングする。

【0054】音生成部150は、ゲーム処理結果等に基づいて各種の音処理を行い、BGM、効果音、又は音声などの音を生成し、音出力部192に出力する。

【0055】なお、本実施形態のゲームシステムは、1人のプレーヤのみがプレイできるシングルプレーヤモード専用のシステムにしてもよいし、このようなシングルプレーヤモードのみならず、複数のプレーヤがプレイできるマルチプレーヤモードも備えるシステムにしてもよい。

【0056】また複数のプレーヤがプレイする場合に、これらの複数のプレーヤに提供するゲーム画像やゲーム音を、1つの端末を用いて生成してもよいし、ネットワーク（伝送ライン、通信回線）などで接続された複数の端末（ゲーム機、携帯電話）を用いて生成してもよい。

【0057】2. 本実施形態の特徴

2. 1 影オブジェクトのオフセット配置

さて、地形に落ちる影を表現する手法として、暗い色調で描かれた擬似的な影オブジェクト（第2のオブジェクト）を用意し、この影オブジェクトを、地形、コースなどを表すマップオブジェクト（第1のオブジェクト）の上に重ねて配置する手法を考えることができる。

【0058】この手法によれば、マップオブジェクトの上に影オブジェクトを重ねて配置するだけで影を表現できるため、光源と照明モデルを用いた照光処理を行い影を表現する手法に比べて、処理負荷を大幅に軽減化できる。

【0059】一方、近年、ゲームシステムにおいては、よりリアルで高品質な画像を生成することが強く要望されている。このため、Zバッファ法のアルゴリズムを利用した陰面消去処理をハードウェアでサポートするゲームシステムが登場してきている。

【0060】ところが、このようにZバッファ法のアルゴリズムで陰面消去を行うゲームシステムにおいて、マップオブジェクトに影オブジェクトを配置して影を表現する手法を採用すると、次のような問題が生じることが判明した。

【0061】即ち図2（A）に示すように、本来ならば円形に見えるべき影10の一部が欠けて表示されてしまい、生成される画像が非常に不自然になる。そして、図2（B）、（C）に示すように、この欠ける部分の場所や形状は、影10が表示される位置や視点位置や視線方向に応じて変化する。従って、この影10を作っているキャラクタ（図示せず）が移動すると、影10の形状が不規則に間断なく変化してしまい、非常に見苦しい画像になる。

【0062】本発明者は、このような問題が生じるのは

以下の理由によるということを見出した。

【0063】即ち、図1の描画部130が扱うことができるポリゴン（広義にはプリミティブ面）の形状は、描画処理の高速化を図るために、一定形状に固定されている場合がある。より具体的には、描画部130が、その仕様上、三角形のポリゴンしか扱うことができない場合がある。このような場合には、頂点数が4個以上のポリゴンについては、描画部130にそのデータを転送する前に、三角形ポリゴンに分割しておく必要がある。

【0064】例えば図3（A）の場合には、図1の分割部112は、オブジェクトOB1を三角形ポリゴンPA1、PB1に分割し、オブジェクトOB2を三角形ポリゴンPA2、PB2に分割する。そして、描画部130は、これらの分割された各三角形ポリゴン毎に描画処理を行うことになる。

【0065】ところが、このようなポリゴン分割においては、同一形状のオブジェクトであっても、分割の仕方によっては、分割後の三角形ポリゴンの頂点構成が異なったものになってしまう場合があることが判明した。

【0066】例えば図3（B）では、オブジェクトOB1については図3（A）と同じ三角形ポリゴンPA1、PB1に分割されている。しかしながら、オブジェクトOB2については図3（A）のPA2、PB2とは異なる三角形ポリゴンPC2、PD2に分割されている。

【0067】そして、影を擬似的に表現するためにオブジェクトOB1と同一位置にオブジェクトOB2（影オブジェクト）を配置すると、図3（A）の場合には正しい表示になるが、図3（B）の場合には表示エラーになることが判明した。

【0068】即ち、図3（A）のようにOB1、OB2が分割された場合には、三角形ポリゴンPA1とPA2、三角形ポリゴンPB1とPB2は同一形状（頂点）になるため、正しい表示が行われる。

【0069】一方、図3（B）では、三角形ポリゴンPA1とPC2、三角形ポリゴンPB1とPD2は異なる形状になるため、表示エラーが生じてしまう。即ち、ポリゴンの前後関係が狂ってしまい、本来ならば後ろに隠れるべきオブジェクトOB1のピクセルがオブジェクトOB2の手前に表示される事態が生じてしまう。

【0070】このような表示エラーが生じるのは、Zバッファ法を用いた陰面消去処理での補間演算の誤差に起因する。

【0071】即ち、図1の補間部132は、ポリゴン（プリミティブ面）の頂点のZ値に基づいて、ポリゴンの各ピクセル（ドット）のZ値をDDAなどの手法により算出する。ところが、この補間処理には、通常、例えば1LSB程度の演算誤差（累積誤差）がある。この演算誤差は、補間部132の補間精度を高精度なものにすれば小さくできるが、これは、システムのコスト増を招く。従って、この演算誤差を零にすることは実質的に極

めて難しい。

【0072】一方、図1の陰面消去部134は、Z値が同一である場合には、通常、後にポリゴンデータが転送されてきた方を上書きするように構成されている。

【0073】そして、図3（A）の場合には、三角形ポリゴンPA1とPA2、三角形ポリゴンPB1とPB2の形状（頂点）は同一になっている。従って、補間処理により得られるPA1とPA2の各ピクセルのZ値は、たとえ演算誤差があっても、同一になる。同様に、補間処理により得られるPB1とPB2の各ピクセルのZ値も、たとえ演算誤差があっても、同一になる。従って、この場合には、全てのピクセルにおいて、ポリゴンPA1の上にポリゴンPA2が上書きされ、ポリゴンPB1の上にポリゴンPB2が上書きされるようになる。従って、正しい前後関係でポリゴンが描画されるようになり、正しい表示になる。

【0074】しかしながら、図3（B）の場合には、三角形ポリゴンPA1とPC2、三角形ポリゴンPB1とPD2の形状は異なっている。従って、補間処理により得られるPA1とPC2の各ピクセルのZ値が、本来は同じ値になるべきなのに、演算誤差の存在に起因して、異なった値になってしまう場合がある。同様に、補間処理により得られるPB1とPD2の各ピクセルのZ値も、演算誤差の存在に起因して、異なった値になってしまう場合がある。このため、本来は後ろに隠れるべきポリゴンPA1、PB1のピクセルが、ポリゴンPC2、PD2の手前に表示される事態が生じ、図2（A）、（B）、（C）に示すような不自然な画像が生成されてしまう。

【0075】そこで、本実施形態では、このような問題を解決するために図4に示すような手法を採用している。

【0076】即ち図4のA1に示すように、オブジェクトOB1（マップオブジェクト等）の上にオブジェクトOB2（影オブジェクト等）を重ねて配置する際に、オブジェクトOB1から上方向側（広義には第1の方向側）に微少オフセット値OFSだけずらしてオブジェクトOB2を配置する。即ち、ワールド座標系のY軸方向側にOFSだけずらしてOB2を配置する。

【0077】このようにすれば、図4のA2に示すように、視点VPから見たときのオブジェクトOB1のZ値（奥行き値）とOB2のZ値とが異なるようになる。即ち、視点座標系におけるZ値がOB1とOB2とで異なるようになる。

【0078】従って、図5に示すように、オブジェクトOB1のポリゴン分割のされ方とオブジェクトOB2のポリゴン分割のされ方が異なる場合にも、微少オフセット値OFSにより補間処理の演算誤差の影響が打ち消されるため、正しい画像表示がなされるようになる。

【0079】即ち、図4のA3に示すように、オブジェ

クトOB1とOB2を同一位置(同一のY座標)に配置すると、視点VPから見たときのオブジェクトOB1、OB2のZ値(視点座標系でのZ値)が同一になってしまう。従って、ポリゴン分割のされ方によっては、図3(B)に示すようにエラー表示になってしまう。

【0080】これに対して図4のA2に示すようにオブジェクトOB2の例えば各頂点のY座標にOFSを加算すれば、視点VPから見たときにOB2がOB1よりも常に手前に来るようになる。例えば視点到近いほどZ値が大きくなる場合には、OB1の各頂点のZ値よりもOB2の各頂点のZ値の方が常に大きくなる。従って図2(A)、(B)、(C)に示すような不自然な画像が生成される事態を防止できる。

【0081】例えば、視点からの距離に応じてポリゴンをソーティングし、視点から遠い順にポリゴンを描画する奥行きソート法においては、ピクセル単位での陰面消去処理が行われない。従って、陰面消去されるべきポリゴンが手前に表示されてしまう表示エラーの問題が必然的に生じる。このような表示エラーの問題をZシフト処理により解決したのが前述の特開平6-203172号公報に開示された従来技術である。

【0082】これに対して、Zバッファ法では奥行きソート法と異なりピクセル単位で陰面消去処理が行われる。従って、たとえオブジェクトOB1、OB2を同一位置に配置しても、陰面消去されるべきポリゴンが手前に表示されてしまうという上記表示エラーは原理的に生じないと信じられていた。

【0083】しかしながら、Z値の補間処理の精度が低い場合や、オブジェクトの分割のされ方が状況に応じて図3(A)、(B)のように変動する場合には、図2(A)、(B)、(C)に示すような表示エラーが生じる課題があることを本発明者は見出した。

【0084】本実施形態の特徴は、このような課題があることを発見し、この課題を、オブジェクトOB2を微小オフセット値だけずらすという簡素な手法で解決したことにある。

【0085】例えば特開平6-203172号公報の従来技術では、画面に表示される全てのポリゴンに対してZシフト処理が行われたため、処理負荷が重くなるという課題がある。

【0086】本実施形態では、影オブジェクトのように、マップオブジェクトと同一位置(同一Y座標)に配置されるオブジェクトにだけ微小オフセット値OFSの加算処理を行えばよいため、処理負荷が少なくて済むという利点がある。

【0087】さて、図6(A)に、本実施形態で使用されるオブジェクトOB2の一例を示す。

【0088】図6(A)に示すように、オブジェクトOB2は、中央領域から輪郭線の方に向かうにつれて徐々に透明になるオブジェクトになっている(徐々に不透明

になるオブジェクトにすることもできる)。これは例えば、オブジェクトOB2を4つのポリゴンPL1、PL2、PL3、PL4に分割し、OB2の中心位置にある頂点の α 値を1.0(不透明)に設定すると共に、OB2の輪郭線上にある頂点の α 値を0.0(透明)に設定することで実現できる。

【0089】このようにすれば、影の輪郭がぼやけて見えるようになり、より写実的な影の表現が可能になる。

【0090】また、図4のA2に示すようにOB2を上側方向にずらして配置すると、視点VPからOB1とOB2の隙間が見えてしまうという問題が生じる可能性がある。

【0091】しかしながら、図6(A)に示すように、OB2の輪郭線付近の画像を透明にしてばかせば、このような隙間が見えてしまう問題を効果的に解決できる。

【0092】なお、図6(B)に示すように、影を表すオブジェクトOB2は、キャラクタなどの移動オブジェクトOB4に追従して移動するようになっている。即ち、オブジェクトOB2の位置又は回転角度(方向)は、オブジェクトOB4の位置又は回転角度に基づいて決められることになる。

【0093】図7(A)、(B)、(C)に、本実施形態により生成された画像の例を示す。

【0094】図2(A)と図7(A)を比較すれば明らかなように、本実施形態によれば、影10の一部が欠けて見えなくなるという図2(A)の問題を解決している。

【0095】また、図7(B)、(C)に示すように、影10の表示位置や視点位置や視線方向が変化した場合にも、影10の一部が欠けて見えなくなるという問題は生じず、本来の円形の影10を常に表示されるようになる。

【0096】また、図6(A)で説明したように、影10の画像が、中央領域から輪郭線の方に向かうにつれて透明になるような画像になっているため、影10の表現をより写実的なものにすることができる。

【0097】なお、以上では、オブジェクトOB2が、影を表現する影オブジェクトである場合について説明した。しかしながら、オブジェクトOB2は、影オブジェクトに限定されず、ハイライト画像のような照光画像を表すオブジェクトや、コースに付着するタイヤの跡を表すオブジェクトなどであってもよい。

【0098】例えば図8では、オブジェクトOB1の上に、ハイライト画像が描かれたオブジェクトOB2を配置している。このようにすれば図9に示すように、オブジェクトOB1の表面に、あたかもハイライトが生じたかのように見える画像表現を実現できる。

【0099】そして図8の手法によれば、オブジェクトOB1の各頂点における光源計算(鏡面反射モデルを用いた光源計算)が不要になる。従って、処理負荷を大幅

に軽減できる。

【0100】また、図8の手法によれば、図9に示すように、オブジェクトOB2により表されるハイライト画像（照光画像）の一部が、オブジェクトOB1の画像からはみ出して見える画像を生成できる。従って、オブジェクトOB1自体が発光しているかのように光り輝いて見える画像を生成でき、鏡面反射モデルを用いた通常の光源計算処理では実現できない画像効果を得ることができ。

【0101】なお、オブジェクトOB2に描かれるハイライト画像の光の強さ（輝度）は、光源情報（光源位置、光源ベクトル）、OB2の配置位置（反射点）でのオブジェクトOB1の法線ベクトル、或いは視線ベクトルなどに基づいて変化させることが望ましい。このようにすれば、よりリアルなハイライト表現が可能になる。

【0102】さて、オブジェクトOB1の上にオブジェクトOB2を微少オフセット値OFSだけずらして配置する場合には、図10に示すように、オブジェクトOB2の輪郭線に沿って、OB1、OB2間の隙間を遮るための遮りオブジェクトOBSを設けることが望ましい。

【0103】このようにすれば、オブジェクトOB2を微少オフセット値OFSだけずらして配置した場合にも、視点VPから見てOB1とOB2の隙間が見えてしまう事態を効果的に防止でき、より自然な画像を生成できる。

【0104】また、微少オフセット値OFSの大きさは、図1の補間部132でのDDA（Digital Differential Analyzer）の演算誤差よりも大きな値にすることが望ましい。

【0105】より具体的には図11に示すように、DDAの演算誤差が、例えば、 $N \times L_{SB}$ の場合には、微少オフセット値OFSの大きさを、 $(N+K) \times L_{SB}$ にする（但し、 $K \geq 1$ ）。このようにすれば、演算誤差に起因する陰面消去の誤りの問題を効果的に解決できる。

【0106】2.2 影の切り出し

さて、本実施形態では、オブジェクトOB2の生成手法に関して以下に説明するような工夫を施している。

【0107】例えば図12（A）のように、オブジェクトOB1が平らな場合には、オブジェクトOB1の上にOB2を単に重ねて配置するだけでも、自然な影を表現できる。

【0108】しかしながら、オブジェクトOB1（マップオブジェクト）の形状が複雑になると、図12（B）、（C）に示すような不具合が生じる。

【0109】例えば、図12（B）のように階段状のオブジェクトOB1の上段に影を表すオブジェクトOB2が配置されると、オブジェクトOB2が地面から浮いて見えるようになってしまう。

【0110】一方、図12（C）のようにオブジェクトOB1の下段にオブジェクトOB2が配置されると、図

12（D）のようにオブジェクトOB2がオブジェクトOB1に潜り込んで見えるようになってしまう。

【0111】本実施形態では、このような問題を解決するために、以下のような手法で影を生成している。

【0112】即ち図13のE1、E2に示すように、まず、地形などを表すオブジェクトOB1（第1のオブジェクト）と影切り出し用オブジェクトOB3（第3のオブジェクト）を用意する。

【0113】ここで、図13のE1、E2に示すように、オブジェクトOB1と影切り出し用オブジェクトOB3は、その形状が同一になっているが、陰影づけ情報（広義にはレンダリング情報）が異なっている。即ち、影切り出し用オブジェクトOB3の陰影づけ（輝度）はオブジェクトOB1に比べて暗くなっている。

【0114】なお、影切り出し用オブジェクトOB3として、オブジェクトOB1の絵柄（テクスチャ）とは無関係の真っ黒なオブジェクトを用意してもよいし、オブジェクトOB1の絵柄の輝度を全体的に暗くしたオブジェクトを用意してもよい。

【0115】また、影切り出し用オブジェクトOB3の形状は、オブジェクトOB1と完全同一である必要はなく、ほぼ同一の形状であってもよい。即ち、例えばオブジェクトOB1の複雑な形状を簡略化したオブジェクトを、影切り出し用オブジェクトOB3として用いてもよい。また、オブジェクトOB1の形状と影切り出し用オブジェクトOB3の形状とは、全ての範囲で同一又はほぼ同一である必要はなく、着目する狭い範囲内で同一又はほぼ同一であれば十分である。

【0116】次に、図13のE3に示すように、影切り出し用オブジェクトOB3を例えば平面22により切断する。同様に、図13のE4、E5、E6に示すように、影切り出し用オブジェクトOB3を、平面24、26、28により切断する。このようにして、図13のE7に示すように、影切り出し用オブジェクトOB3（第3のオブジェクト）から、影オブジェクトOB2（第2のオブジェクト）が切り出される。

【0117】そして最後に、切り出されたオブジェクトOB2をオブジェクトOB1に重ねて配置する。そして、この際に、図4のA1、A2で説明したように、微少オフセット値OFSだけ上方向側にずらしてOB2を配置する。

【0118】以上のようにすれば、オブジェクトOB1が複雑な形状を有していても、オブジェクトOB1の形状とオブジェクトOB2の形状との間に不整合が生じるのを防止でき、リアルな影を表現できるようになる。即ち、図12（A）～（D）で説明したような不具合が生じるのを効果的に防止できる。

【0119】図14（A）、（B）に、本実施形態により生成されたゲーム画像の例を示す。これらの図では、戦車40がマップ上を走行しており、この戦車40の影

42がマップ上に投影されている。そして図14(B)では、段差のある階段の上を戦車40が通過している。この場合に本実施形態では、図14(B)のF1に示すように、階段の段差の形状と影42の形状との整合性が保たれるようになり、リアルな影を表現できる。

【0120】このように図13の手法によれば、影切り出し用オブジェクトOB3から影オブジェクトOB2を切り出し、マップオブジェクトOB1に配置するだけという簡素な処理で、図14(A)、(B)に示すように、マップオブジェクトとの整合性が保たれたリアルな影を表現できるようになる。

【0121】しかも、図13の手法によると、影オブジェクトOB2は、マップオブジェクトOB1と同一形状のOB3から切り出されるため、OB1とOB2のY座標が必然的に同一になってしまい、図2(A)、

(B)、(C)に示すような表示エラーが生じてしまう。

【0122】しかしながら、本実施形態では、図4で説明したように、影オブジェクトOB2が微少オフセット値OFSだけずらして配置される。従って、図2

(A)、(B)、(C)に示すような表示エラーの発生を防止しながら、マップオブジェクトOB1との整合性が保たれたリアルな影を表現できるようになる。

【0123】さて、本実施形態では、オブジェクトOB4(第4のオブジェクト)の情報と、光源情報とに基づいて、影切り出し用オブジェクトOB3から影オブジェクトOB2を切り出している。

【0124】例えば図15では、オブジェクトOB4の形状データ(広義にはオブジェクト情報)と光源ベクトルLV(広義には光源情報)とに基づいて、オブジェクトOB2を切り出し、オブジェクトOB1上に配置している。より具体的には、オブジェクトOB4の形状データと光源ベクトルLVとに基づいて、図13の平面22、24、26、28を特定し、これらの平面22~28により、影切り出し用オブジェクトOB3からオブジェクトOB2を切り出す。

【0125】このようにすれば、オブジェクトOB2の配置位置や形状に、光源ベクトルLVの方向やオブジェクトOB4の位置や形状が反映されるようになる。即ち、光源ベクトルLVの方向やオブジェクトOB4の位置が変われば、オブジェクトOB2の配置位置も変化する、オブジェクトOB4の形状が変われば、オブジェクトOB2の形状も変化するようになる。従って、少ない処理負担でリアルな影を表現できる。

【0126】なお、オブジェクトOB4として、移動オブジェクトである戦車40の形状を簡易化したオブジェクトを用いるようにしてもよい。即ち、戦車40の位置に基づいてオブジェクトOB4の代表点の位置を特定し、戦車40の大きさに基づいてオブジェクトOB4の長さ及び幅を特定するようになる。そして、このオブジ

ェクトOB4を用いて、図15に示すようにオブジェクトOB2を切り出す。

【0127】このような、戦車40の形状を簡易化したものをオブジェクトOB4として用いるようにすれば、オブジェクトOB2の切り出し範囲を求める処理(平面を特定する処理)を簡素化でき、処理負担の軽減化を図れる。

【0128】3. 本実施形態の処理

次に、本実施形態の処理の詳細例について、図16、図17のフローチャートを用いて説明する。

【0129】図16は、オブジェクトOB2を微少オフセット値だけずらしてオブジェクトOB1に重ねて配置する処理に関するフローチャートである。

【0130】まず、キャラクタ、戦車(或いはその簡易オブジェクト)などの移動オブジェクトOB4の当該フレームでの移動情報(位置、回転角度)を演算する(ステップS1)。

【0131】次に、移動オブジェクトOB4の位置(代表点の位置)や回転角度(方向)に基づいて、影オブジェクトOB2の頂点位置を決定する(ステップS2)。そして、影オブジェクトOB2の頂点位置のY座標に対して、微少オフセット値OFSを加算する(ステップS3)。

【0132】次に、影オブジェクトOB2の頂点情報(頂点の位置、テクスチャ座標、 α 値等)を描画部に転送する(ステップS4)。描画部はこの頂点情報(描画データ)に基づいて、描画領域(フレームバッファ)にジオメトリ処理後の影オブジェクトOB2の画像を描画することになる。

【0133】次に、影オブジェクトOB2の全ての頂点についての処理が終了したか否かを判断し(ステップS5)、終了していない場合にはステップS2に戻る。

【0134】以上のようにして図7(A)、(B)、(C)に示すような表示エラーの発生しない影の画像を生成できるようになる。

【0135】図13は、図17で説明した影の切り出し処理に関するフローチャートである。

【0136】まず、マップオブジェクトOB1と同一形状(或いはほぼ同一形状)の影切り出し用オブジェクトOB3を用意する(ステップS11)。即ち図13のE2に示すような影切り出し用オブジェクトOB3を用意する。

【0137】次に、図15で説明したように、移動オブジェクトOB4の情報と、光源ベクトルとに基づき、影オブジェクトOB2の切り出しに用いる平面のパラメータをセットする(ステップS12)。

【0138】次に、図13のE3~E6に示すように、影切り出し用オブジェクトOB3を、ステップS12でパラメータがセットされた平面により切断する処理を行う(ステップS13)。そして、全ての平面についての

切り出し処理を終了したか否かを判断し（ステップS14）、終了していない場合にはステップS13に戻る。一方、終了した場合には、図13のE.8に示すように、平面により切り出された影オブジェクトOB2をマップオブジェクトOB1の上に重ねて配置する（ステップS15）。そして、この際に、微小オフセット値OFSだけ上方向側にずらして影オブジェクトOB2を配置する。

【0139】以上のようにすることで、図14（A）、（B）に示すようなリアルで表示エラーの発生しない影を生成できるようになる。

【0140】4. ハードウェア構成

次に、本実施形態を実現できるハードウェアの構成の一例について図18を用いて説明する。

【0141】メインプロセッサ900は、CD982（情報記憶媒体）に格納されたプログラム、通信インターフェース990を介して転送されたプログラム、或いはROM950（情報記憶媒体の1つ）に格納されたプログラムなどにに基づき動作し、ゲーム処理、画像処理、音処理などの種々の処理を実行する。

【0142】コプロセッサ902は、メインプロセッサ900の処理を補助するものであり、高速並列演算が可能な積和算器や除算器を有し、マトリクス演算（ベクトル演算）を高速に実行する。例えば、オブジェクトを移動させたり動作（モーション）させるための物理シミュレーションに、マトリクス演算などの処理が必要な場合には、メインプロセッサ900上で動作するプログラムが、その処理をコプロセッサ902に指示（依頼）する。

【0143】ジオメトリプロセッサ904は、座標変換、透視変換、光源計算、曲面生成などのジオメトリ処理を行うものであり、高速並列演算が可能な積和算器や除算器を有し、マトリクス演算（ベクトル演算）を高速に実行する。例えば、座標変換、透視変換、光源計算などの処理を行う場合には、メインプロセッサ900で動作するプログラムが、その処理をジオメトリプロセッサ904に指示する。

【0144】データ伸張プロセッサ906は、圧縮された画像データや音データを伸張するデコード処理を行ったり、メインプロセッサ900のデコード処理をアクセレートする処理を行う。これにより、オープニング画面、インターミッション画面、エンディング画面、或いはゲーム画面などにおいて、MPEG方式等で圧縮された動画像を表示できるようになる。なお、デコード処理の対象となる画像データや音データは、ROM950、CD982に格納されたり、或いは通信インターフェース990を介して外部から転送される。

【0145】描画プロセッサ910は、ポリゴンや曲面などのプリミティブ面で構成されるオブジェクトの描画（レンダリング）処理を高速に実行するものである。オ

ブジェクトの描画の際には、メインプロセッサ900は、DMAコントローラ970の機能を利用して、オブジェクトデータを描画プロセッサ910に渡すと共に、必要であればテクスチャ記憶部924にテクスチャを転送する。すると、描画プロセッサ910は、これらのオブジェクトデータやテクスチャに基づいて、Zバッファなどを利用した陰面消去を行いながら、オブジェクトをフレームバッファ922に高速に描画する。また、描画プロセッサ910は、 α ブレンディング（半透明処理）、デプスキューイング、ミップマッピング、フォグ処理、バイリニア・フィルタリング、トライリニア・フィルタリング、アンチエイリアシング、シェーディング処理なども行うことができる。そして、1フレーム分の画像がフレームバッファ922に書き込まれると、その画像はディスプレイ912に表示される。

【0146】サウンドプロセッサ930は、多チャンネルのADPCM音源などを内蔵し、BGM、効果音、音声などの高品位のゲーム音を生成する。生成されたゲーム音は、スピーカ932から出力される。

【0147】ゲームコントローラ942からの操作データや、メモ리카ード944からのセーブデータ、個人データは、シリアルインターフェース940を介してデータ転送される。

【0148】ROM950にはシステムプログラムなどが格納される。なお、業務用ゲームシステムの場合には、ROM950が情報記憶媒体として機能し、ROM950に各種プログラムが格納されることになる。なお、ROM950の代わりにハードディスクを利用するようにしてもよい。

【0149】RAM960は、各種プロセッサの作業領域として用いられる。

【0150】DMAコントローラ970は、プロセッサ、メモリ（RAM、VRAM、ROM等）間でのDMA転送を制御するものである。

【0151】CDドライブ980は、プログラム、画像データ、或いは音データなどが格納されるCD982（情報記憶媒体）を駆動し、これらのプログラム、データへのアクセスを可能にする。

【0152】通信インターフェース990は、ネットワークを介して外部との間でデータ転送を行うためのインターフェースである。この場合に、通信インターフェース990に接続されるネットワークとしては、通信回線（アナログ電話回線、ISDN）、高速シリアルバスなどを考えることができる。そして、通信回線を利用することでインターネットを介したデータ転送が可能になる。また、高速シリアルバスを利用することで、他のゲームシステムとの間でのデータ転送が可能になる。

【0153】なお、本発明の各手段は、その全てを、ハードウェアのみにより実行してもよいし、情報記憶媒体に格納されるプログラムや通信インターフェースを介し

て配信されるプログラムのみにより実行してもよい。或いは、ハードウェアとプログラムの両方により実行してもよい。

【0154】そして、本発明の各手段をハードウェアとプログラムの両方により実行する場合には、情報記憶媒体には、本発明の各手段をハードウェアを利用して実行するためのプログラムが格納されることになる。より具体的には、上記プログラムが、ハードウェアである各プロセッサ902、904、906、910、930等に処理を指示すると共に、必要であればデータを渡す。そして、各プロセッサ902、904、906、910、930等は、その指示と渡されたデータとに基づいて、本発明の各手段を実行することになる。

【0155】図19(A)に、本実施形態を業務用ゲームシステムに適用した場合の例を示す。プレーヤは、ディスプレイ1100上に映し出されたゲーム画像を見ながら、レバー1102、ボタン1104等を操作してゲームを楽しむ。内蔵されるシステムボード(サーキットボード)1106には、各種プロセッサ、各種メモリなどが実装される。そして、本発明の各手段を実行するための情報(プログラム又はデータ)は、システムボード1106上の情報記憶媒体であるメモリ1108に格納される。以下、この情報を格納情報と呼ぶ。

【0156】図19(B)に、本実施形態を家庭用のゲームシステムに適用した場合の例を示す。プレーヤはディスプレイ1200に映し出されたゲーム画像を見ながら、ゲームコントローラ1202、1204を操作してゲームを楽しむ。この場合、上記格納情報は、本体システムに着脱自在な情報記憶媒体であるCD1206、或いはメモリカード1208、1209等に格納されている。

【0157】図19(C)に、ホスト装置1300と、このホスト装置1300とネットワーク1302(LANのような小規模ネットワークや、インターネットのような広域ネットワーク)を介して接続される端末1304-1~1304-n(ゲーム機、携帯電話)とを含むシステムに本実施形態を適用した場合の例を示す。この場合、上記格納情報は、例えばホスト装置1300が制御可能な磁気ディスク装置、磁気テープ装置、メモリ等の情報記憶媒体1306に格納されている。端末1304-1~1304-nが、スタンドアロンでゲーム画像、ゲーム音を生成できるものである場合には、ホスト装置1300からは、ゲーム画像、ゲーム音を生成するためのゲームプログラム等が端末1304-1~1304-nに配送される。一方、スタンドアロンで生成できない場合には、ホスト装置1300がゲーム画像、ゲーム音を生成し、これを端末1304-1~1304-nに伝送し端末において出力することになる。

【0158】なお、図19(C)の構成の場合に、本発明の各手段を、ホスト装置(サーバー)と端末とで分散

して実行するようにしてもよい。また、本発明の各手段を実行するための上記格納情報を、ホスト装置(サーバー)の情報記憶媒体と端末の情報記憶媒体に分散して格納するようにしてもよい。

【0159】またネットワークに接続する端末は、家庭用ゲームシステムであってもよいし業務用ゲームシステムであってもよい。そして、業務用ゲームシステムをネットワークに接続する場合には、業務用ゲームシステムとの間で情報のやり取りが可能であると共に家庭用ゲームシステムとの間でも情報のやり取りが可能なセーブ用情報記憶装置(メモリカード、携帯型ゲーム装置)を用いることが望ましい。

【0160】なお本発明は、上記実施形態で説明したものに限らず、種々の変形実施が可能である。

【0161】例えば、本実施形態では、第1、第2のオブジェクト間で異なるレンダリング情報が陰影づけ情報である場合について主に説明した。リアルな影の表現のためには、レンダリング情報は本実施形態のように陰影づけ情報であることが特に望ましいが、本発明のレンダリング情報は、陰影づけ情報に限定されない。例えば本発明のレンダリング情報としては、半透明(透明)情報、反射率情報、屈折率情報、テクスチャ情報、色情報、輝度情報、或いは表面形状情報等、種々のものを考えることができる。このように、陰影づけ情報以外のレンダリング情報を用いることで、オブジェクト上で動く水たまりやアメーバなどの表現も可能になる。

【0162】また、本実施形態ではプリミティブ面がポリゴンである場合について主に説明したが、プリミティブ面が自由曲面、サブディビジョンサーフェス等である場合にも本発明は適用できる。

【0163】また、微少オフセット値の大きさの決定手法も、図11等で説明した手法が特に望ましいが、これに限定されるものではない。

【0164】また、本実施形態では第1のオブジェクトをずらす第1の方向が上方向(Y軸方向)である場合について主に説明したが、本発明における第1の方向はこれに限定されない。

【0165】また、第2のオブジェクトは、図6(B)、図13で説明した手法により生成してもよいし、他の手法により生成してもよい。

【0166】また、第4のオブジェクト(戦車等)に基づいて第2のオブジェクト(影等)を切り出す場合、移動オブジェクトの形状を簡易化したオブジェクトを第4のオブジェクトとして切り出し処理を行ってもよいし、移動オブジェクトそのものを第4のオブジェクトとして切り出し処理を行ってもよい。

【0167】また、第2のオブジェクトは平面を用いて切り出すことが特に望ましいが、平面以外の図形を用いて切り出すようにしてもよい。

【0168】また、本発明のうち従属請求項に係る発明

においては、従属先の請求項の構成要件の一部を省略する構成とすることもできる。また、本発明の1の独立請求項に係る発明の要部を、他の独立請求項に従属させることもできる。

【0169】また、本発明は種々のゲーム（格闘ゲーム、シューティングゲーム、ロボット対戦ゲーム、スポーツゲーム、競争ゲーム、ロールプレイングゲーム、音楽演奏ゲーム、ダンスゲーム等）に適用できる。

【0170】また本発明は、業務用ゲームシステム、家庭用ゲームシステム、多数のプレーヤが参加する大型アトラクションシステム、シミュレータ、マルチメディア端末、ゲーム画像を生成するシステムボード等の種々のゲームシステム（画像生成システム）に適用できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施形態のゲームシステムの機能ブロック図の例である。

【図2】図2（A）、（B）、（C）は、表示エラーが発生している影の画像例について示す図である。

【図3】図3（A）、（B）は、ポリゴン分割が原因となって発生する表示エラーの問題について説明するための図である。

【図4】オブジェクトOB2を微少オフセット値OFSだけずらして配置する手法について説明するための図である。

【図5】オブジェクトOB2を微少オフセット値OFSだけずらして配置する手法について説明するための図である。

【図6】図6（A）、（B）は、本実施形態で使用される影オブジェクトOB2について説明するための図である。

【図7】図7（A）、（B）、（C）は、本実施形態の手法により生成される影の画像例について示す図である。

【図8】ハイライト（照光）画像を生成する手法について説明するための図である。

【図9】ハイライト画像を生成する手法について説明するための図である。

【図10】遮りオブジェクトOBSを設ける手法について説明するための図である。

【図11】DDAの演算誤差の大きさに基づいて微少オフセット値OFSの大きさを決定する手法について説明するための図である。

【図12】図12（A）、（B）、（C）は、影オブジェクトをマップオブジェクト上に単純に配置した場合の

問題点について説明するための図である。

【図13】本実施形態の影オブジェクトの切り出し手法について説明するための図である。

【図14】図14（A）、（B）は、本実施形態により生成されるゲーム画像の例である。

【図15】光源ベクトルとオブジェクトの形状データに基づいて影オブジェクトを切り出す手法について説明するための図である。

【図16】本実施形態の処理の詳細例について示すフローチャートである。

【図17】本実施形態の処理の詳細例について示すフローチャートである。

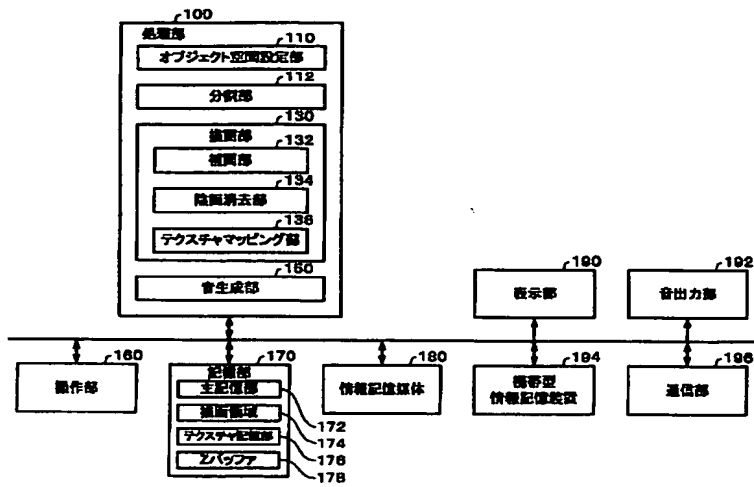
【図18】本実施形態を実現できるハードウェアの構成の一例を示す図である。

【図19】図19（A）、（B）、（C）は、本実施形態が適用される種々の形態のシステムの例を示す図である。

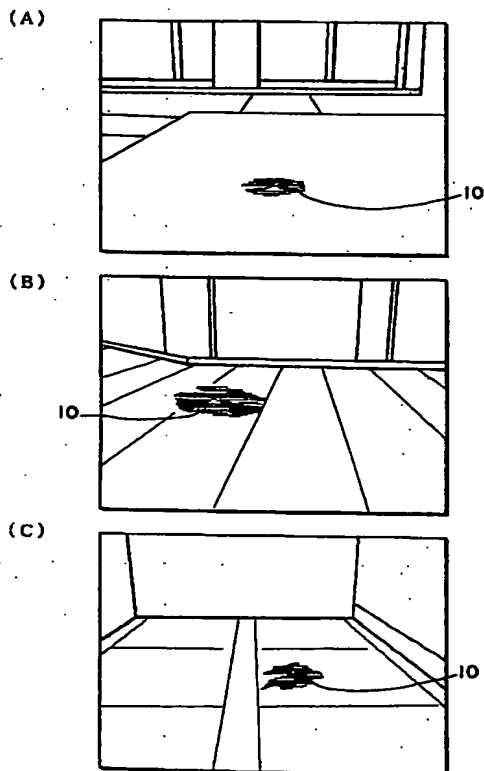
【符号の説明】

OB1 マップオブジェクト（第1のオブジェクト）
 OB2 影オブジェクト（第2のオブジェクト）
 OB3 影切り出し用オブジェクト（第3のオブジェクト）
 OB4 移動オブジェクト（第4のオブジェクト）
 VP 視点
 OFS 微少オフセット値
 100 処理部
 110 オブジェクト空間設定部
 112 分割部
 130 描画部
 132 補間部
 134 陰面消去部
 136 テクスチャマッピング部
 150 音生成部
 160 操作部
 170 記憶部
 172 主記憶部
 174 描画領域
 176 テクスチャ記憶部
 178 Zバッファ
 180 情報記憶媒体
 190 表示部
 192 音出力部
 194 携帯型情報記憶装置
 196 通信部

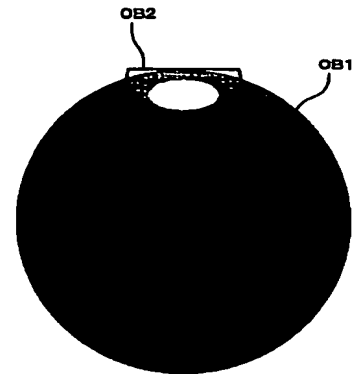
【図1】



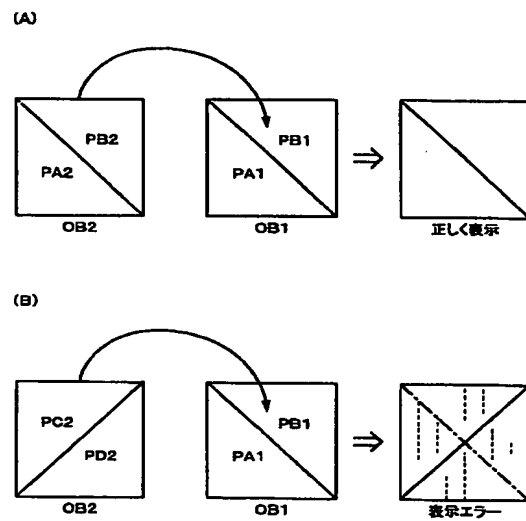
【図2】



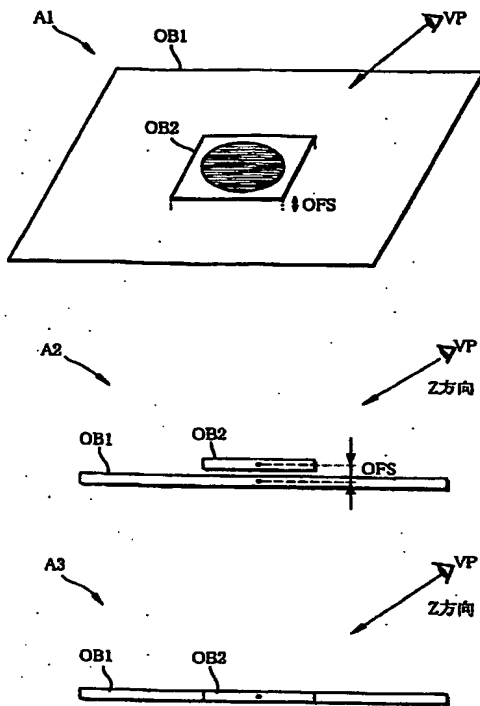
【図8】



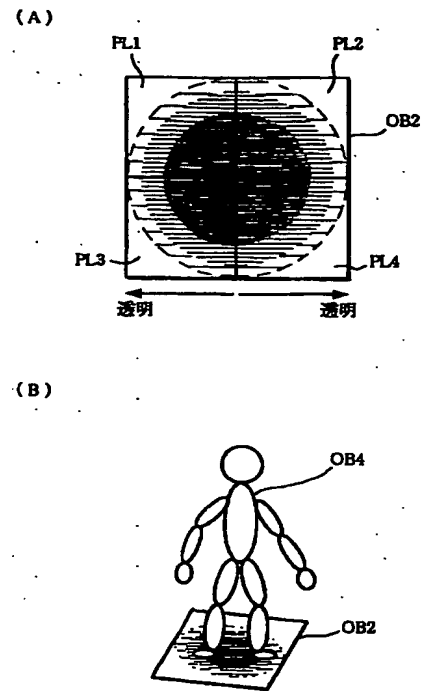
【図3】



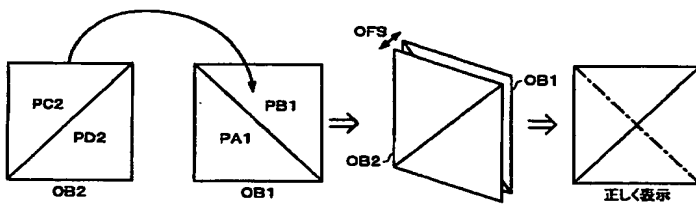
【図4】



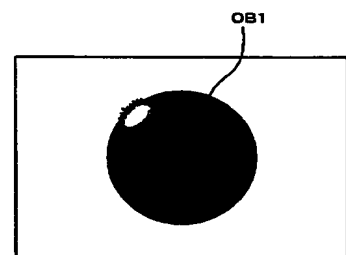
【図6】



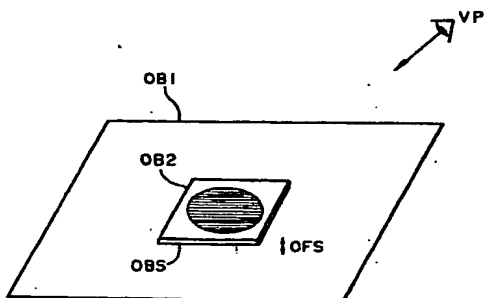
【図5】



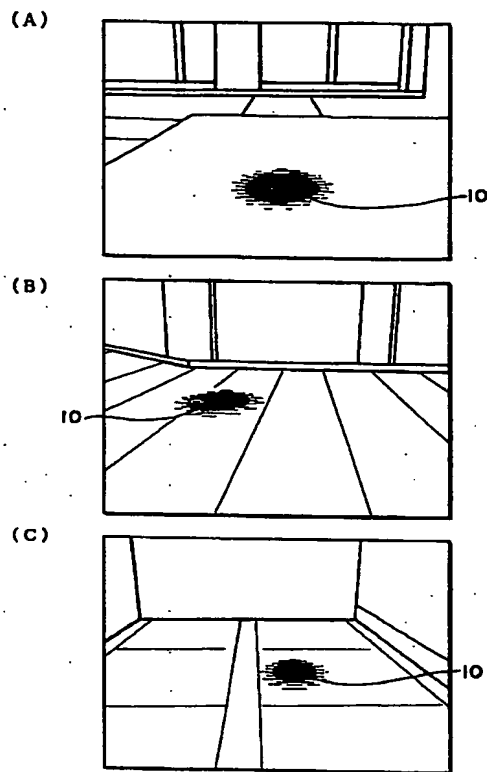
【図9】



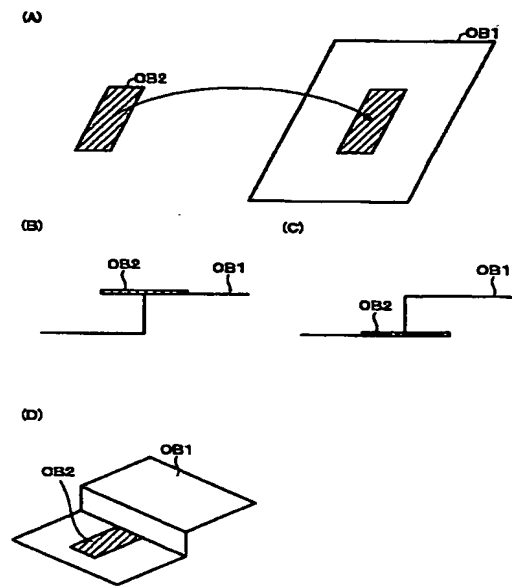
【図10】



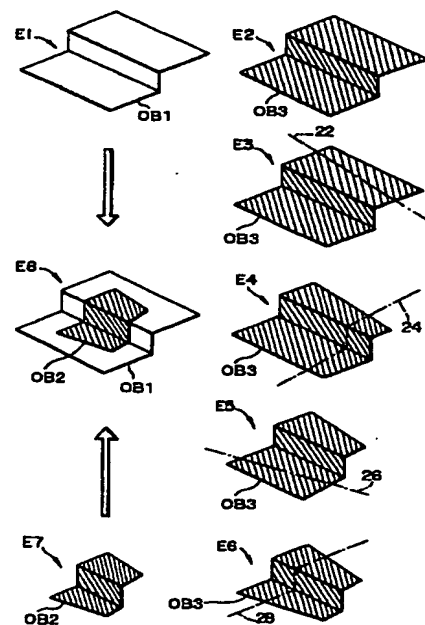
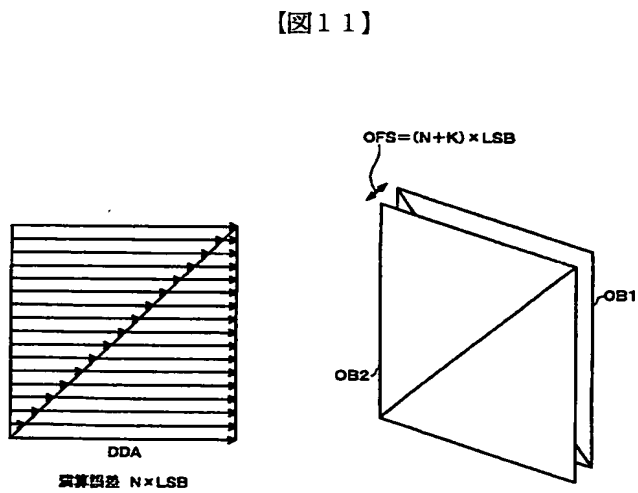
【図7】



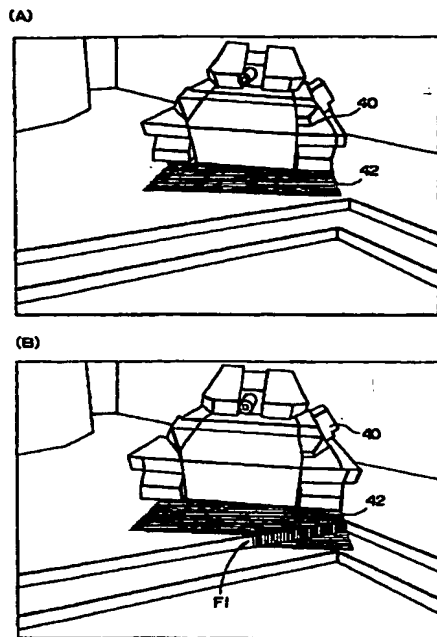
【図12】



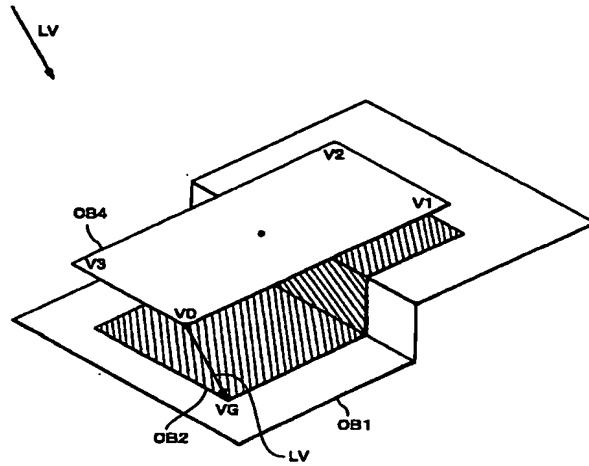
【図13】



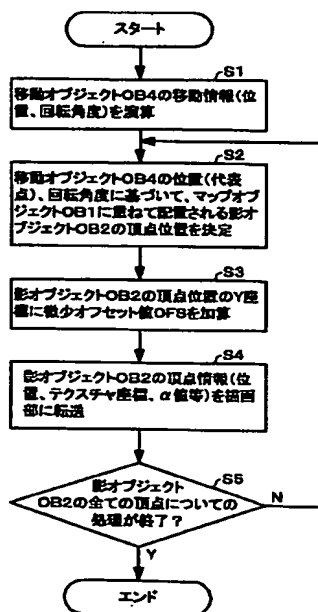
【図14】



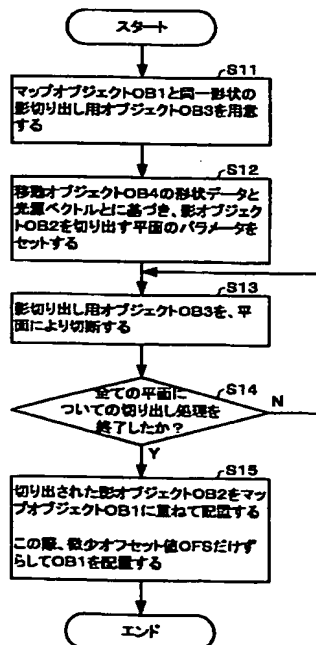
【図15】



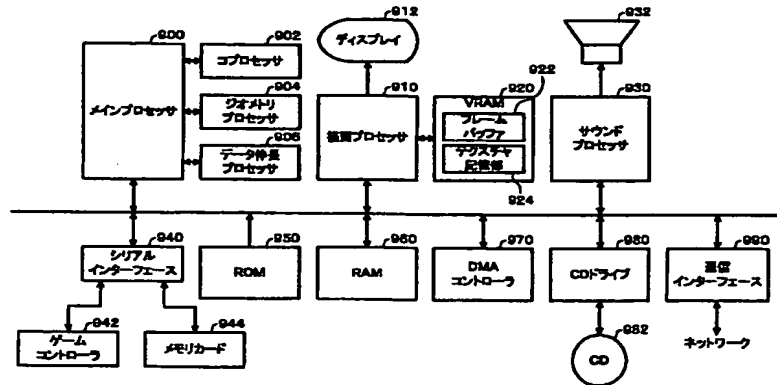
【図16】



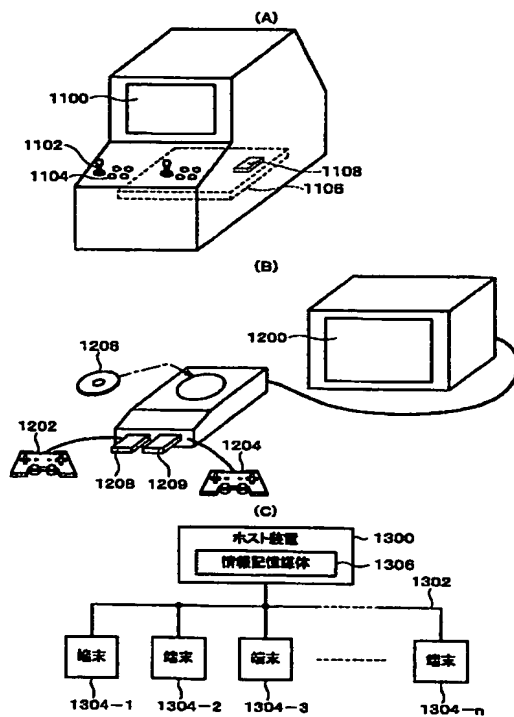
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2C001 AA03 AA06 AA16 AA17 BA01
BA03 BB05 BC08 BD05 CA01
CA07 CB02 CB04 CB08 CC02
CC03 CC08
5B050 AA10 BA09 BA11 CA02 EA03
EA29 FA10
5B080 AA13 CA03 FA15 FA17 GA02